

NOISE SUPPRESSION SYSTEM

Patent number: DE69130452T
Publication date: 1999-05-06
Inventor: BARNES DENNIS (US); CAIN JOHN (US); CHAIT JAIME (US); DYE DAVID (US)
Applicant: NOISE CANCELLATION TECH (US)
Classification:
- international: H03B29/00; G10K11/16
- european:
Application number: DE19916030452T 19910226
Priority number(s): US19900507365 19900409; WO1991US01395 19910226

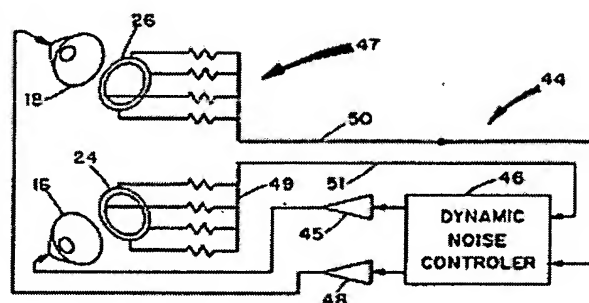
Also published as:

WO9115896 (A)
EP0533680 (A1)
US5133017 (A1)
EP0533680 (A4)
EP0533680 (B1)

Abstract not available for DE69130452T

Abstract of correspondent: **US5133017**

A noise cancellation system, comprising a symmetrical assembly of microphone inputs is disclosed. A controller receives the output of the microphone assembly and generates an electrical cancellation signal having a polarity opposite the polarity of a portion of a noise to be cancelled and a magnitude equal to the magnitude of the portion of the noise to be cancelled. An actuator receives the electrical cancellation signal and outputs an audio cancellation signal.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der
europäischen Patentschrift**

⑧⑦ **EP 0 533 680 B 1**

⑩ **DE 691 30 452 T 2**

⑥① Int. Cl.⁶:
H 03 B 29/00
G 10 K 11/16

②①	Deutsches Aktenzeichen:	691 30 452.1
⑧⑥	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US91/01395
⑥⑥	Europäisches Aktenzeichen:	91 905 557.4
⑧⑦	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 91/15896
⑥⑥	PCT-Anmeldetag:	26. 2. 91
⑧⑦	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	17. 10. 91
⑧⑦	Erstveröffentlichung durch das EPA:	31. 3. 93
⑧⑦	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	4. 11. 98
④⑦	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	6. 5. 99

③⑩ Unionspriorität:
507365 09. 04. 90 US

⑧③ Patentinhaber:
Noise Cancellation Technologies, Inc., Stamford,
Conn., US

⑦④ Vertreter:
Betten & Resch, 80469 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
BE, DE, DK, ES, FR, GB, IT, NL, SE

⑦② Erfinder:
CAIN, John, J., Phoenix, AZ 85044, US; CHAIT,
Jaime, Chandler, AZ 85224, US; DYE, David,
Phoenix, AZ 85224, US; BARNES, Dennis, Mesa, AZ
85207, US

⑤④ **RAUSCHUNTERDRÜCKUNGSSYSTEM**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 30 452 T 2

DE 691 30 452 T 2

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Geräuschauslöschung, mit einer Geräuschsensoreinrichtung zum Abfühlen von akustischen Schwingungen in einem Raum, einem Aktuator zur Erzeugung von akustischen Signalen in dem Raum und einem Controller zur Steuerung des Aktuators in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Geräuschsensoreinrichtung, um akustische Signale zur Auslöschung der akustischen Schwingungen in dem Raum zu erzeugen.

In vielen Situationen stellen Umweltgeräusche wesentliche Probleme dar, die von Streß, Sicherheitsrisiken und Belästigungen bis hin zu physiologischen Schäden reichen. Bemühungen zur Geräuschkontrolle haben sich bis vor kurzem primär darauf konzentriert, entweder das Maß des erzeugten Geräusches zu vermindern oder schallabsorbierende Materialien zu verwenden, um Umweltgeräusch zu absorbieren und zu dämpfen.

Zum Beispiel wird im Falle eines Kraftfahrzeugs das Motorgeräusch zuerst durch Verwendung eines Schalldämpfers unterdrückt. Zu verhindern ist dann noch, daß restliches Motorgeräusch, Straßengeräusch, Windgeräusch und dergleichen in den Fahrgastraum des Fahrzeugs eintritt. Dies geschieht typisch durch Auskleiden der Fahrzeugzelle mit schallschluckendem und schallabschirmendem Material. Derartige Materialien werden auf den Boden, die Decke und die Seitenwände der Fahrzeugzelle aufgebracht.

Diese Materialien haben allgemein zwei Aufgaben, nämlich die Fahrgastzelle gegen Geräusch außerhalb des Fahrzeugs abzuschirmen und irgendwelche in die Fahrgastzelle eindringenden Geräusche zu absorbieren.

Zwar schützt diese Methode den Fahrgast mit gutem Erfolg vor Umweltgeräusch, es bleibt aber noch ein wesentliches Maß an Geräusch übrig.

In anderen Bereichen der Technik haben konventionelle Geräuschminderungstechniken wenig oder keinen Wert. Zum Beispiel im Falle eines Zahnarztstuhls befreit die obige Technik wenig oder kaum von den Streß verursachenden Geräuschen,

die der Zahnarztbohrer erzeugt. Zwar wird ein gewisser Teil des vom Zahnarztbohrer erzeugten Geräusches durch das Gewebe im Kopf des Patienten an das Ohr übertragen, dies stellt aber einen relativ kleinen Teil des Problems dar. Nichtsdestoweniger hat man wegen der Schwierigkeiten mit dem übrigen, durch die Luft übertragenen wiederholt auftretenden Geräusch im Grunde bisher nichts getan, um mit dem Problem des übrigen Geräusches fertig zu werden.

Auf einem anderen Gebiet, der Gesundheitspflege, erfährt der Patient während des Betriebs eines Kernresonanz-Bilderzeugungsgerätes extrem hohe Geräuschpegel. Diese erzeugen in Verbindung mit der möglicherweise sehr ernsten Natur der Krankheiten, um die es geht, ein äußerst hohes Maß an physischen und physiologischen Beschwerlichkeiten. Bedingt durch die Natur dieser Geräte, die sowohl ihre physikalische Gestaltung als auch ihre elektronischen Eigenschaften beinhaltet, können keine konventionellen Methoden zur Geräuschminderung angewandt werden.

Man hat bereits dynamische Systeme zur Geräuschauslöschung geplant. Solche Systeme umfassen allgemein die Erzeugung eines zweiten Tonsignals, das die gleiche Größe wie das zu beseitigende Geräusch hat, das aber an der Stelle, an der man Geräuschauslöschung erzielen will, entgegengesetztes Vorzeichen hat. Typisch wird an der Stelle, an der Auslöschung gewünscht wird, ein Mikrophon angeordnet, siehe zum Beispiel die WO-A-8911841. Das Mikrophon erzeugt ein Signal, das die Geräuschamplitude an dieser Stelle anzeigt, und dieses Signal wird an einen Prozessor gesendet, der das Auslöschsignal erzeugt und es an einen Aktuator sendet, der häufig ein konventioneller Lautsprecher ist, der wiederum an der Stelle, an der Ruhe gewünscht ist, ein Auslösch-Tonsignal erzeugt.

Mit dieser Methode kommt man bei der Minderung von Umweltgeräuschproblemen zwar sehr weit, die entsprechenden Systeme unterliegen aber Einschränkungen, wenn es um Geräuschauslöschung auf einem ganzen Bereich von Gebieten geht.

Ein mögliches Hauptproblem bei dynamischen Systemen zur Geräuschauslöschung

ist die Anordnung eines Mikrophons nahe der Stelle, an der eine wirksame dynamische Geräuschauslöschung erzielt werden soll. Dies führt zu einer Anzahl von naheliegenden Problemen, nämlich der Einführung von Mikrofonen nahe an zum Beispiel den Ohren einer Person in einem Wagen oder anderen Fahrzeug, siehe wieder die WO-A-8911841. Dies führt mögliche Sicherheitsrisiken und auch Unbequemlichkeiten und mögliche Beschwerlichkeiten ein.

Außerdem stellen solche Methoden ästhetische Probleme dar, die zum Beispiel in Zusammenhang mit einem Personenkraftwagen ein wichtiger negativer Gesichtspunkt für mögliche Käufer sind. Noch wichtiger, vorstehende Mikrophone und dergleichen stellen nicht nur ein Risiko für den sicheren Betrieb des Fahrzeugs dar, wie oben festgestellt, sondern sie können auch bei einem Unfall die Augen einer Person im Kraftfahrzeug verletzen.

Ein System gemäß der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Geräuschsensoreinrichtung eine Vielzahl von Schalleingängen, die in einer Schleife angeordnet sind, und ein Rohr oder eine Röhre zum Leiten der auslöschenden akustischen Signale durch die Schleife in den zu beruhigenden Raum aufweist.

Die Geräuschsensoreinrichtung kann ein zu einer Schleife geformtes Rohr mit einer Vielzahl von zu dem Raum hin offenen Öffnungen aufweisen.

Vorzugsweise weist die Geräuschsensoreinrichtung eine Vielzahl von Mikrofonen auf, die gleichmäßig rings um das Rohr der Geräuschsensoreinrichtung herum verteilt sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Leiteinrichtung eine Fokussieröffnung auf, die das Ausgangssignal des Aktuators allgemein nach vorne richtet. Gleichzeitig hat die obige Anordnung auch die vorteilhafte Wirkung, die Auslöschfläche vom Mikrophon und vom Aktuator weg zu bewegen, was die reaktiven Bestandteile des Problems der Geräuschauslöschung minimiert und den Wirkungsgrad der Auslöschung maximiert.

Anwendungen der Erfindung umfassen Hausgeräte, Zahnarztstühle, Kraftfahrzeugsitze und dergleichen, bei denen niedrige Umweltgeräuschpegel gewünscht sind.

Im Spezialfall eines Kernresonanz-Bilderzeugungsgerätes hat das erfindungsgemäße System insofern besonderen Wert, als die Herstellung mit Kunststoffmaterialien erfolgen kann, die im wesentlichen durchlässig sind, wegen der elektronischen Eigenschaften der Kernresonanz-Bilderzeugung.

Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun anhand von Beispielen und unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben, in denen: Figur 1 ist eine Ansicht eines Sitzes, in dem ein System zu Geräuschauslöschung gemäß der vorliegenden Erfindung eingebaut ist,

Figur 2 ist eine Draufsicht auf den Sitz von Figur 1, die ihn im Gebrauch durch eine Person zeigt,

Figur 3 ist eine vergrößerte Detailansicht eines der Bestandteile des in Figur 1 dargestellten Systems zur Geräuschauslöschung,

Figur 4 ist ein Detail entlang Linien 4-4 von Figur 3,

Figur 5 ist eine Seitenansicht, teilweise im Querschnitt, entlang Linien 5-5 von Figur 3,

Figur 6 ist ein Blockdiagramm des erfindungsgemäßen Systems zur Geräuschauslöschung,

Figur 7 ist eine alternative Ausführungsform eines Mikrophonaufbaus zur Verwendung in dem System von Figur 1,

Figur 8 verwendet eine alternative Ausführungsform der Erfindung, die ein relativ flaches Profil liefert, in ebener Draufsicht,

Figur 9 ist ein weiteres alternatives Kopfstützensystem,

Figur 10 ist eine Ausführungsform mit einem System zum Abfühlen der Kopfposition,

Figur 11 zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung,

Figur 12 ist ein Detail eines alternativen Mikrophons,

Figur 13 ist eine Ansicht entlang Linien 13-13 von Figur 12,

Figur 14 ist eine ebene Draufsicht auf eine weitere Alternative,

Figur 15 ist ein medizinisches System zur Geräuschauslöschung, Figur 16-17 zeigen eine mit Öffnungen versehene Sitzkonstruktion, und Figur 18 zeigt eine breitbandige mit Öffnungen versehene Konstruktion.

In Figur 1 ist ein Sitz 10 dargestellt, in dem eine Geräuschauslöschungs-Kopfstütze 12 eingebaut ist. Im allgemeinen ist die Kopfstütze 12 im Rücken eines konventionellen Sitzes wie einem Kraftfahrzeugsitz oder dem dargestellten Ohrenbackensitz 14 eingebaut, wie in Figur 2 am deutlichsten dargestellt ist.

Wie in Figuren 1 und 2 dargestellt, enthält die Geräuschauslöschungs-Kopfstütze 12 ein Paar Aktuatoren 16, die konventionelle Lautsprecher sein können. Diese Lautsprecher haben typisch einen Durchmesser im Bereich von zehn bis zwanzig Zentimeter. Die Aktuatoren 16 und 18 liegen hinter den Vorderflächen 20 und 22 der Kopfstütze 12. Auf den Vorderflächen 20 und 22 sind Mikrophonaufbauten 24 bzw. 26 angeordnet.

Die Mikrophonaufbauten 24 und 26 sind im wesentlichen identisch. Der Mikrophonaufbau 24 ist im Detail in Figuren 3-5 dargestellt.

Der Mikrophonaufbau 24 enthält allgemein ein hohles rohrförmiges Glied aus biegsamem Kunststoff-Rohrmaterial 28. Solches Rohrmaterial gibt es in geraden Längen und kann zu einer gekrümmten Schleife gebogen werden, etwa den in Figur 3 dargestellten Kreis, ohne zu knicken oder zu brechen. Solches Kunststoff-Rohrmaterial hat typisch eine Dicke in der Größenordnung von 0,2 Zentimeter und einen Innendurchmesser von ungefähr 2,5 Zentimeter. Geeignete Materialien umfassen Polyvinylchlorid-Rohrmaterial, das an einer Naht 30 leicht mit sich selbst verbunden werden kann, um eine zusammenhängende geschlossene Schleife zu bilden. Das Rohrmaterial 28 enthält außerdem eine Vielzahl von Löchern 32. Die Löcher 32 liegen typisch auf der Oberfläche des Rohrmaterials 28, die der Oberfläche des Rohrmaterials 28 entgegengesetzt ist, an der das Rohrmaterial 28 auf der Vorderfläche 20 abgestützt ist, wie in Figur 4 dargestellt.

Im Prinzip genügt für den Mikrophonaufbau 24 zwar ein einziges Mikrophon, gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden aber mehrere Mikrophone verwendet, etwa die Mikrophone 34-37.

Wie in Figur 5 zu sehen ist, sind die Mikrophone 34-37 in innerhalb des Rohrmaterials 28 gebildeten Löchern wie dem Loch 40 befestigt. Typisch wird die Vorderfläche eines Mikrophons wie die Fläche 42 des Mikrophons 36 bündig mit der Innenseite des Rohrmaterials 28 angebracht, wie in Figur 5 dargestellt.

Im Gebrauch gehört zu dem Figuren 1-5 dargestellten System eine geeignete Controller-Elektronik, wie in Figur 6 dargestellt. Allgemein enthält das Steuersystem 44 einen elektronischen dynamischen Geräusch-Controller 46, dessen Ausgang mit Verstärkern 45 und 48 verbunden ist, deren Ausgänge wiederum mit den Aktuatoren 16 und 18 verbunden sind. Der Eingang des dynamischen Geräusch-Controllers 46 ist mit dem gemischten Ausgangssignal der Mikrophonaufbauten 24 und 26 verbunden. Der dynamische Geräusch-Controller 46 kann eine konventionelle Konstruktion haben. Im Betrieb des Systems wird irgendein Umweltgeräusch von den Mikrophonaufbauten 24 und 26 abgefühlt und erzeugt Fehlersignale, die über Widerstands- oder andere Mischer 47 und 49 sowie Leitungen 50 und 51 mit den Eingängen des Controllers 46 verbunden werden, der wiederum Geräuschsteuersignale erzeugt, die die Aktuatoren 16 und 18 ansteuern, Tonsignale mit gleicher Amplitude aber entgegengesetztem Vorzeichen wie die auszulöschenden Umweltgeräusche zu erzeugen. Dies führt zur Erzeugung einer Auslöschfläche an den Löchern 32, die die Toneingänge zu den Mikrophonaufbauten enthalten. Alternativ können die Mischer 47 und 49 durch einen einzelnen Operationsverstärker mit acht Eingängen ersetzt werden.

Außerdem erstreckt sich die durch das System definierte Auslöschfläche von den Löchern 32 weg entlang eines Paares allgemein konvexe Auslöschflächen 52 und 54, wie durch Hilfslinien in Figur 2 definiert.

Die Auslöschflächen 52-54 sind allgemein kugelförmig und zeigen den Ort eines

Gebietes maximaler Auslöschung an, das typisch in der Größenordnung von fünfzehn Dezibel liegt. Mißt man die Auslöschung an Stellen, die in irgendeiner Richtung von den Flächen 52 und 54 entfernt sind, nehmen die Geräuschpegel allmählich zu.

Im Falle eines Aktuators, der einen theoretische Punktquellenort an Stellen 56 und 58 hat, nehmen die Auslöschflächen 52 und 54 im wesentlichen die Form von Kugelflächen an, deren Rotationszentrum an den Stellen 56 bzw. 58 liegt. In diesem Spezialfall sind die Auslöschflächen 52 und 54 somit allgemein Kugelsegmente mit einer kreisförmigen Basis, die im wesentlichen mit den Mittellinien der Löcher 32 in dem jeweiligen Mikrophonaufbau zusammenfällt.

Wie oben festgestellt, ist die wirksame Fläche maximaler Auslöschung ein Teil einer Kugel, und die Ringform des Mikrophonaufbaus erzeugt ein Signal an den Controller, das der integrierte mittlere Schalldruck in der Nähe des Mikrophonaufbaus entlang einer Linie senkrecht zu dem durch den Mikrophonaufbau definierten Kreis ist.

Der Vorteil dabei ist, daß an der Ohrposition einer Person eine minimierte im wesentlichen kugelförmige Zone mit Stille erzeugt wird, ohne ein vorstehendes Mikrophon an der tatsächlichen Ohrposition vorsehen zu müssen, wie bei früheren Konstruktionen. Wie oben festgestellt, ist die Verwendung eines vorstehenden Mikrophons für die meisten Benutzer nicht die angenehmste Methode, da es eine sehr kleine Kugel von Stille erzeugt, die an der Ohrposition liegen muß, um brauchbare Auslöschung zu erzeugen. Außerdem können Kopfbewegungen, Haar des Benutzers, das in den Weg gelangt, entlang dessen das Mikrophon Schall nachweist, und dergleichen alle bewirken, daß die Leistung der bekannten Systeme ungünstig beeinflusst wird. Diese unerwünschten Eigenschaften, zusätzlich zu der unbequemen Natur solcher Systeme und möglichen Sicherheitsrisiken bei manchen Anwendungen, machen das erfindungsgemäße System sehr viel wertvoller als die bekannten Systeme.

Was die Frage der Unterbrechung durch Haar oder dergleichen betrifft, so beeinflusst die Bedeckung einer bestimmten Stelle auf einem Mikrophonaufbau das von dem ringförmigen Mikrophonaufbau erzeugte Gesamtsignal nicht sehr. Dies liegt daran, daß das verspernte Gebiet ein vergleichbares Signal erzeugt, das noch wirksam der integrierte Mittelwert des übrigen unverspernten Radius ist. Die Amplitude des Signal kann sich zwar etwas ändern, der Phasenwinkel des Signals ist aber noch im wesentlichen korrekt, und die in modernen Controllern benutzte Transferfunktionsformung ist im Rahmen der Echtzeitformung des Mikrophon-Rückkoppelungsweges zu Kompensation in der Lage.

Wie oben festgestellt, ist dieser Aspekt in Verbindung mit Gauss'scher Geräusch-aufhebung besonders wichtig in dem Fall, daß das erfindungsgemäße System in einem Kraftfahrzeugsitz eingebaut ist, wobei möglicherweise von Zeit zu Zeit Fenster geöffnet werden oder wobei das Kraftfahrzeug möglicherweise ein Kabrio ist, das ohne Dach gefahren wird. Allgemein kann man durch die mit vielen Öffnungen versehenen Mikrophonaufbauten der vorliegenden Erfindung relativ wirksam mit Windeffekten fertig werden, die die größten Gauss'schen Geräuschprobleme sind (verglichen mit den Problemen wiederholt auftretender Geräusche in Zusammenhang mit einem Kraftfahrzeugmotor).

Betrachtet man den Fall einer Person 60, wie in Figur 2 dargestellt, stellt man fest, daß der Rücken 62 der Kopfstütze eine bequeme weiche nachgiebige Oberfläche nach Art eines konventionellen Sitzes hat, während es gleichzeitig eine Auslöschfläche gibt, die an die Ohren 64 und 66 der Person 60 angrenzt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist in Figur 7 dargestellt. Allgemein sind ähnliche Teile oder Teile, die analoge, entsprechende oder identische Aufgaben haben, hier mit Zahlen numeriert, die sich von denen der früheren Ausführungsform um Vielfache von Einhundert unterscheiden.

Eine Variante für den Hersteller eines Mikrophonaufbaus ist in Figur 7 dargestellt. Ein Mikrophonaufbau 124 ist hier mit einem Toneingangsloch 132 versehen, das

entlang einer imaginären Linie 168 liegt, die sich zwischen dem Zentrum 170 des Rohrmaterials 128 und dem Zentrum 172 des Ohrs 164 einer Person 160 erstreckt. Man beachte, daß die Auslöschfläche 152 in Übereinstimmung mit einer idealisierten Gestaltung mit dem Loch 132 und dem Zentrum 172 zusammenfallen würde. Allgemein ist es die Aufgabe dieser Variante, die Signalaufnahme mit den gegebenen leichten Richteigenschaften des Tonaufnahmelochs 132 zu maximieren.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung macht man zur weiteren Steuerung der Position und Form der Fläche maximaler Auslöschung davon Gebrauch, die Phase des Auslöschsignals und/oder seine Komponenten zu verändern. Eine weitere Steuerung der Fläche kann man erreichen, indem man mit Öffnungen versehene Ausgänge verwendet, die durch biegsame Wellenleiter gestützt werden, die als Teil von ästhetisch festgelegten Konturen gestaltet sind.

So eine alternative Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 8 dargestellt. Hier ist das erfindungsgemäße System in einer Kraftfahrzeug-Kopfstütze 212 eingebaut. Der Sitzrücken 261 hat eine weniger konkave Form, um das Sichtfeld der im erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugsitz 214 sitzenden Person 260 zu verbessern.

Ein verbesserter Betrieb wird erreicht, indem Aktuatoren 216 und 218 mit rohrförmigen zylindrischen Fokussieröffnungen 274 und 276 vorgesehen werden, wie im Querschnitt in Figur 8 gezeigt. Diese Fokussieröffnungen haben die Wirkung, die sogenannten Nahfeld-Toneffekte der Aktuatoren 216 und 218 zu vermindern. Insbesondere haben in den Bereichen, die dem Konus des Aktuators unmittelbar benachbart sind, die Viskosität, Masse und Elastizität der den Aktuator umgebenden Luft Kenngrößen, die sowohl Imaginärbestandteile als auch Realbestandteile herbeiführen. Zum Beispiel kann die Viskosität der Luft als das Analogon des elektrischen Widerstands betrachtet werden, während andere Bestandteile Kapazitäten und Induktivitäten gleichgesetzt werden können. Indem die Mikrophonaufbauten 224 und 226 vom Nahfeld des Lautsprechers entfernt werden, können diese Nahfeldeffekte, die allgemein tendenziell Phasenprobleme in bezug auf den von den Aktuatoren ausgesandten Schall verursachen, minimiert werden. Außerdem besei-

tigt die symmetrische Natur der Mikrophonaufbauten 224 und 226 tendenziell einige der Imaginärbestandteile der Systemkenngößen. In Verbindung damit beachte man außerdem, daß die Verwendung eines Aktuators mit einem allgemein symmetrischen Mikrophonaufbau Gauss'sche Effekte oder Rauscheffekte tendenziell vermindert, was einen hohen Leistungsgrad des erfindungsgemäßen Systems zur Folge hat.

Anders als in der in Figuren 1-6 dargestellten Ausführungsform wird in Übereinstimmung mit der in Figur 8 dargestellten Ausführungsform das an die Aktuatoren 216 und 218 gesandte Signal nicht so berechnet, daß es eine Auslöschfläche ergibt, die mit Löchern 232 von Mikrophonaufbauten 224 und 226 zusammenfällt. Vielmehr werden individuelle Frequenzkomponenten des vom Controller ausgegebenen Auslöschsignals um einen Betrag verzögert oder phasenverschoben, was dazu führt, daß sie an verschobenen Auslöschflächen 252 und 254 zu dem unverzögerten Geräuschauslöschsignal hinzuaddiert werden. Dies führt dazu, daß die Auslöschfläche wesentlich weiter von den Aktuatoren vorsteht, was dem Sitzgestalter zusätzlichen Spielraum in bezug auf ästhetische und andere Merkmale bei der Gestaltung des Sitzes gibt.

Zusätzlichen ästhetischen Belangen kann durch Veränderung der Rückenform des Sitzes entsprochen werden. Volumen 278 und 280 hinter den Aktuatoren 216 bzw. 218 müssen jedoch in gewissem Maße in Übereinstimmung mit bekannten Konstruktionstechniken geformt werden, die von Lautsprecherkonstrukteuren zur Anpassung an akustische Resonanzeigenschaften verwendet werden, die eine wirksame Übertragung von Hörschall von den Aktuatoren 216 und 218 innerhalb des gewünschten Frequenzbereichs der Geräuschauslöschung ergeben.

Insbesondere hat man im Falle einer Kraftfahrzeugsitz-Kopfstütze festgestellt, daß der vorherrschende Bereich des auszulöschenden Schalls im Bereich von 20 bis 700 Herz liegt. Dementsprechend verwendet man für diese Frequenzen Lautsprecher mit einem Frequenzverhalten in diesem Bereich, und die Volumen 278 und 280 werden auf diese Frequenzen abgestimmt. Es wird erwartet, daß die erfin-

dungsgemäße Kopfstützenkonstruktion mit einer geringfügigen Vergrößerung der Sitzrückenhöhe und -breite am obersten Teil des Sitzrückens in den oberen Teil eines konventionellen Sitzes integriert werden kann.

Im Falle eines Geräuschunterdrückungssystems zum Einbau in der Kopfstütze eines Kraftfahrzeugsitzes kann ein relativ einfaches Verfahren verwendet werden, um die Auslöschfläche vom Aktuator wegzuschieben. Insbesondere kann der Aktuator modifiziert werden, indem die vorherrschende Frequenzkomponente des benötigten Auslöschsignals herausgesucht wird und einfach das gesamte Ausgangssignal um eine Zeit verzögert wird, die gleich der Zeit ist, die das Signal benötigt, um von einer Stelle auf der durch die Eingangsöffnungsöffnungen 232 der Mikrophonaufbauten definierten Kugel an Stellen auf den verschobenen Auslöschflächen 252 und 254 zu gelangen. Diese Methode stellt in einfachen Geräuschumgebungen eine gute Näherung erster Ordnung des gesamten Signals dar und stellt in bezug auf die Grundschiwingung eine im wesentlichen exakte Lösung dar.

Schließlich kann es im Falle des in Figur 8 dargestellten Kraftfahrzeugsitzes wünschenswert sein, diesen mit einer Außenpolsterung 282 zu versehen.

Eine weitere mögliche Methode ist in Figur 9 dargestellt. Insbesondere kann als Alternative zu Verzögerung der ringförmige Mikrophonaufbau nahe an den Ohrbereich gebracht werden oder kann ein Kontaktmikrofon im Ohr angeordnet werden, um Auslöschung in der Umgebung des Ohres zu erzeugen. Die erfindungsgemäße Geräuschauslöschungs-Kopfstütze 312 hat hier kleine piezoelektrische Aktuatoren 383 und 385 an den Enden 316 und 318 eines Paares hohle biegsame Rohre 384 und 386 anstelle der Aktuatoren vom Lautsprechertyp. Diese Aktuatoren 383 und 385 werden durch eine Quelle für Auslöschschall angesteuert. Die Enden 316 und 318 werden von mehreren biegsamen Armen 388 gehalten, die allgemein so geformt sind, daß sie zur Form einer gewünschten Kopfstützenkontur passen. Bedeckt mit einer Außenpolsterung 382 ergibt sich somit ein gefälliges Aussehen.

Es wird nun auf Figur 10 Bezug genommen, die noch eine alternative Ausführungsform der erfindungsgemäßen Geräuschauslöschungs-Kopfstütze 412 zeigt. In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform sind allgemein Rohre 484 und 486 mit ihren Enden 416 und 418 im wesentlichen bündig mit dem Rücken 462 der Kopfstütze 412 angeordnet, und an ihren entgegengesetzten Enden werden sie durch eine Schallquelle für Geräuschauslöschungs-Ton angesteuert.

Mittels einer der oben beschriebenen Phasenverzögerungstechniken werden die Auslöschflächen 452 und 454 nach außen verschoben. Weiterhin kann in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform auch ein Schallstrahler 490 verwendet werden, der ein Tonsignal ausstrahlt, das von Schalldetektoren 492a-f nachgewiesen wird, die auf dem Schallstrahler 490 gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind.

Durch Nachweis der Amplitude des vom Strahler 490 erzeugten Tonsignals an den verschiedenen Stellen, an denen sich Detektoren 492a-f befinden, verrät eine relativ einfache Analyse wie Lokalisieren des Detektors, der die kleinste Amplitude empfängt, die Position des Kopfes einer Person, die die erfindungsgemäße Kopfstütze 412 benutzt. Ist zum Beispiel für eine Schallquelle wie den Strahler 490 direkt vor dem Kopf das von den Detektoren 492d, 492e und 492f erzeugte Signal relativ niedrig, während das von den anderen Detektoren erzeugte Signal relativ hoch ist, grenzt der Kopf der Person an die Detektoren 492d, 492e und 492f an. Dementsprechend ist es zur Anpassung an diese verschiedene Kopfposition notwendig, den Radius der kugelförmigen Auslöschfläche 454 zu verkleinern und den Radius der kugelförmigen Auslöschfläche 452 zu vergrößern. Auf diese Weise können Kopfbewegungen kompensiert werden, während eine wirksame Geräuschauslöschung aufrechterhalten wird.

Noch eine Möglichkeit ist die Verwendung eines Paares Ultraschall-Entfernungsmesser an einander entgegengesetzten Seiten des Kopfes des Benutzers. Eine simultane Lösung beider Entfernungen zeigt somit die rechten und linken Grenzen der Kopfposition. Unter Bezugnahme auf Figur 11 kann es wünschenswert sein,

eine Auslöschung von bestimmten Geräuschen zu erreichen, die starke Komponenten zum Beispiel im niedrigfrequenten Tonbereich haben. Dies erreicht man noch wirkungsvoller durch Zuschneiden der Eigenschaften der Rohre 584 und 586 passend zu den Toneigenschaften, die man mittels der erfindungsgemäßen Kopfstütze 512 aufzuheben sucht. In dem in Figur 11 gezeigten Spezialfall können unter Verwendung von Rohren 584 und 586 mit einem größeren Durchmesser, der von fünf bis fünfzehn Zentimeter Durchmesser reichen kann, wie dargestellt, tiefere Frequenzen besser aufgehoben werden. Nichtsdestoweniger sind mit Öffnungen versehene Lautsprecheraktuator-Konstruktionen wie die nachfolgend beschriebenen noch wirkungsvoller.

Ähnlich wie bei den in Figuren 9-11 verwendeten Rohrende-Aktuatoren kann es außerdem wünschenswert sein, akustische Wellenleiter zu verwenden, um Schall vom Mikrofon-Rohraufbau zu übertragen. Wie in Figuren 12 und 13 dargestellt, kann insbesondere ein Mikrophonaufbau 624 mit einem Rohraufnahmeloch 540 versehen sein, das eine Luftleitung 594 aufnimmt, die ein Ton-Eingangssignal durch Löcher in einem rohrförmigen Glied 628 nach einem entfernten Mikrofon am anderen Ende des akustischen rohrförmigen Wellenleiters 694 transportiert.

Außerdem besteht die Möglichkeit, ein gewünschtes Signal in die Umgebung zu leiten, ohne die Geräuschauslöschung zu beeinflussen. Die Realisierung eines Stereo-Sitzes erfolgt durch Mischen der tieferen Frequenzen im Bereich von 20 bis 4000 Hz des addierten Tonsignals mit dem Controller. Ein zusätzlicher zweiter Lautsprecher für höhere Frequenzen verarbeitet die höheren Frequenzen. Zur Trennung der beiden Bänder des Tonsignals wird eine Frequenzweiche benötigt. Im Falle eines Controllers für periodischen Schall ignoriert der Controller das Tonsignal und behandelt es als statistisches Rauschen. Für einen Controller für diffusen Schall wird das Geräusch als zusätzliches Eingangssignal in den Controller für diffusen Schall addiert und (mit der richtigen Kompensation) vom Ausgangssignal des Controllers, das die Aktuatoren ansteuert, subtrahiert. Falls gewünscht, kann das System daher als Aktuatoren konventionelle Hifi-Koaxiallautsprecher 716 und 718 umfassen, die Hifi-Koaxialhohtöner 796 bzw. 798 enthalten, wie in Figur 14

dargestellt. Der Aktuator so einer Geräuschauslöschungs-Kopfstütze 712 wird derart modifiziert, daß der Aktuator das gewünschte Unterhaltungsmusik- oder Hörprogramm erkennt, das den Aktuatoren 716 und 718 zugeführt wird, wodurch dieses Programm nicht ausgelöscht wird und nur das Programm übrigbleibt, das die Person 760, die die Kopfstütze 712 benutzt, hören will. So ein System hat noch den zusätzlichen Vorteil, daß das nach Auslöschung übrigbleibende Restgeräusch verdeckt wird.

Die Anwendung einer mit Öffnungen versehenen Gehäusekonstruktion ähnlich wie bei Lautsprecherkonstruktionen (siehe zum Beispiel "The Third Dimension; Symmetrically Loaded" von Jean Margerand, Speaker Builder, Juni 1988, und darin zitierte Druckschriften) auf dem Gebiet der dynamischen Geräuschauslöschung verbessert die Leistungsfähigkeit bei Anwendungen, bei denen die Bestandteile zur Erzeugung von Geräuschauslöschung in einer gewissen Entfernung von dem Bereich, in dem Geräuschauslöschung erfolgen soll, angeordnet sein müssen. Eine solche Anwendung ist ein für die Verwendung in Kernresonanzanwendungen gestaltetes System zur Geräuschauslöschung. Bei dieser Anwendung verursacht der Maschinenschall dem Patienten Beschwerden und muß ausgelöscht werden. Bedingt durch die Natur der Maschine, kann das magnetische Material nicht in der Kernresonanz-Meßzone angeordnet werden. Für diese Anwendung ist eine mit Öffnungen versehene Gehäusekonstruktion aus Kunststoff insofern ideal, als sich die Lautsprecher und die Mikrophonelemente in einer gewissen Entfernung befinden können. Sämtliche Materialien in der Meßzone sind aus Kunststoff und daher für das Kernresonanzverfahren durchlässig. Figur 15 zeigt eine schematische Darstellung eines langgestreckten mit Öffnungen versehenen Gehäuses für ein Kernresonanzsystem 810, das ein Patientenbett 811 umfaßt.

Bei dieser Konstruktion sind der magnetische Lautsprecher 816 und das metallische Mikrofon 836 mehrere Fuß von der Kernresonanz-Meßzone am Kopf 860 des Patienten entfernt. Für die mit Öffnungen versehene Lautsprecherkonstruktion wird eine 1 bis 2 Meter lange Kunststofföffnung 874 mit fünfzehn Zentimeter Durchmesser gewählt. Ein Ringmikrophonaufbau 824 am Ende der Öffnung 874

dient dazu, die Kugel der Auslöschung vom Aufbau 824 ungefähr fünf Zentimeter nach dem Ohr des liegenden Patienten vorzuverlegen. Ein belüftetes Sensorrohr 894, das mit dem Ringmikrophonaufbau 824 verbunden ist, ermöglicht eine Anordnung des Mikrophons in einer gewissen Entfernung. Verwendet man ein Sensorrohr, benutzt man typisch Frequenzkompensation, um das nichtlineare Frequenzverhalten des Rohres zu korrigieren.

Eine typische Gestaltung für ein mit Öffnungen versehenes System dieses Typs, das einen kommerziell verfügbaren Treiber verwendet, benutzt einen 16,5-Zentimeter-Lautsprecher Polydax HD17B25 als Aktuator. Für diese Konstruktion beträgt das vordere Volumen 815 4,72 Liter, beträgt das hintere Volumen 817 10,28 Liter und beträgt die Länge der Helmholtz-Öffnung 874 mit 182 cm² Querschnittsfläche 127 cm. Der Frequenzbereich für diese Konstruktion beträgt ungefähr 40 bis 200 Hz. Man beachte, daß die Verwendung von unterschiedlichen Lautsprecher- und Volumenarrangements ein breitbandigeres Frequenzverhalten erzeugen kann. Alternativ kann auch die Verwendung einer Mehrkammerkonstruktion, die nachfolgend beschrieben wird, Auslöschung in einem breiteren Frequenzbereich erzeugen.

Figur 16 und Figur 17, die eine Querschnittsansicht entlang der Linie 17-17 von Figur 16 zeigt, zeigen einen weiteren alternativen Geräuschauslöschungs-Sitz 910 mit einer Kopfstütze 912. Diese Methode integriert eine symmetrische mit Öffnungen versehene Lautsprecherkonstruktion in die zur Verfügung stehenden Sitzabmessungen, damit ein vorhandener Sitz ohne Vergrößerung seiner Abmessungen mit dynamischer Auslöschung ausgestattet werden kann. Wieder wird ein Ringmikrophonaufbau 924 am Ende der Öffnung verwendet, der die gleichen Vorzüge liefert.

Diese Konstruktion unterscheidet sich insofern von den Gehäusen mit einem hinteren Kasten wie dem der Konstruktion von Figur 1, als das hintere Volumen 917, das vordere Volumen 915 und die Helmholtz-Rohröffnung 947 alle die gleichen Frequenzeigenschaften festlegen.

Der Aktuator 916 ist innerhalb eines hinteren Volumens 917 angeordnet, das durch eine Wand 919 abgegrenzt ist. Das hintere Volumen 917 hat eine Tiefe 919 von fünf Zentimeter und eine Höhe 921 von 31 Zentimeter. Die Aktuatoren 916 und 918 haben einen Durchmesser von ungefähr achtzehn Zentimeter. Die Helmholtz-Öffnung 974 ist ein kreisförmiges Rohr mit einer Länge von ungefähr sieben Zentimeter und einem Durchmesser von zehn Zentimeter. Die Dicke 923 des Sitzes 910 beträgt ungefähr neun Zentimeter, mit einem Innenmaß von ungefähr acht Zentimeter.

Die Frequenzgrenzen für einen einzelnen 16,5-Inch-Aktuator betragen 95 bis 265 Hz. Um den vollen Auslöschungsbereich zu erzielen, der bei dynamischer Frequenzauslöschung möglich ist, benötigt man eine Anordnung mit mehreren konzentrischen Öffnungen wie diejenige von Figur 18.

Der zweite konzentrische Öffnungsteil 1011, der in einem getrennten, durch eine Barriere 1003 abgegrenzten hinteren Volumen 1002 einen Aktuator 1001 für höhere Frequenzen enthält, steuert hier ein getrenntes Helmholtz-Öffnungs-Rohr 1004 an. Das Rohr 1004 ist konzentrisch mit einer Öffnung 1074 und steuert das Rohr 1004 über ein zweites vorderes Volumen 1004 an, das durch eine Barriere 1005 abgegrenzt ist. Der Öffnungsteil 1011 wird abgestimmt, um den Bereich von ungefähr 265 Hz bis ungefähr 800 Hz abzudecken. Der Controller stellt eine Weichenlogik zur Verfügung, die das Auslösch-Ausgangssignal für jeden Kanal in zwei Komponenten aufspaltet, die jeden der mit Öffnungen versehenen Lautsprechercherteile ansteuern.

Während oben ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben wurde, ergeben sich für den Fachmann natürlich verschiedene Modifikationen. Solche Modifikationen liegen innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung, der nur durch die beigefügten Patentansprüche begrenzt und definiert ist.

Patentansprüche

1. System zur Geräuschauslöschung, mit einer Geräuschsensoreinrichtung (24, 26; 224, 226; 924) zum Abfühlen von akustischen Schwingungen in einem Raum, einem Aktuator (16, 18; 216, 218; 383, 385; 716, 718; 816; 1001) zur Erzeugung von akustischen Signalen in dem Raum und einem Controller (46) zur Steuerung des Aktuators in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Geräuschsensoreinrichtung, um akustische Signale zur Auslöschung der akustischen Schwingungen in dem Raum zu erzeugen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Geräuschsensoreinrichtung eine Vielzahl von Schalleingängen (32), die in einer Schleife angeordnet sind, und ein Rohr oder eine Röhre (484, 486; 584, 586; 874; 974, 1004) zum Leiten der akustischen Signale durch die Schleife in den Raum aufweist.
2. System nach Anspruch 1, bei dem die Geräuschsensoreinrichtung ein zu einer Schleife geformtes Rohr (28; 128; 628) mit einer Vielzahl von zu dem Raum hin offenen Öffnungen (32) aufweist.
3. System nach Anspruch 2, bei dem die Geräuschsensoreinrichtung eine Vielzahl von Mikrofonen (34, 35, 36, 37) aufweist, die gleichmäßig rings um das Rohr (28; 128; 628) der Geräuschsensoreinrichtung herum verteilt sind.

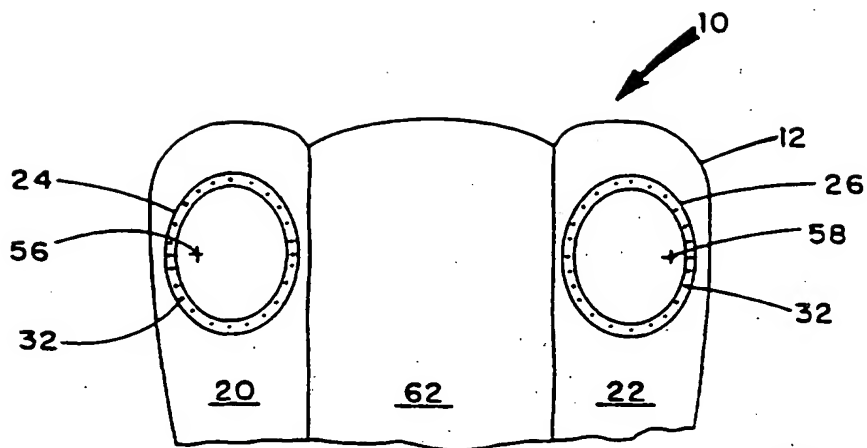


Fig. 1

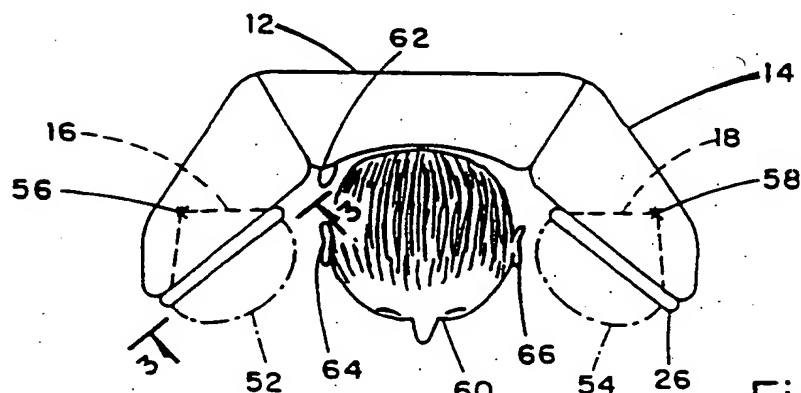


Fig. 2

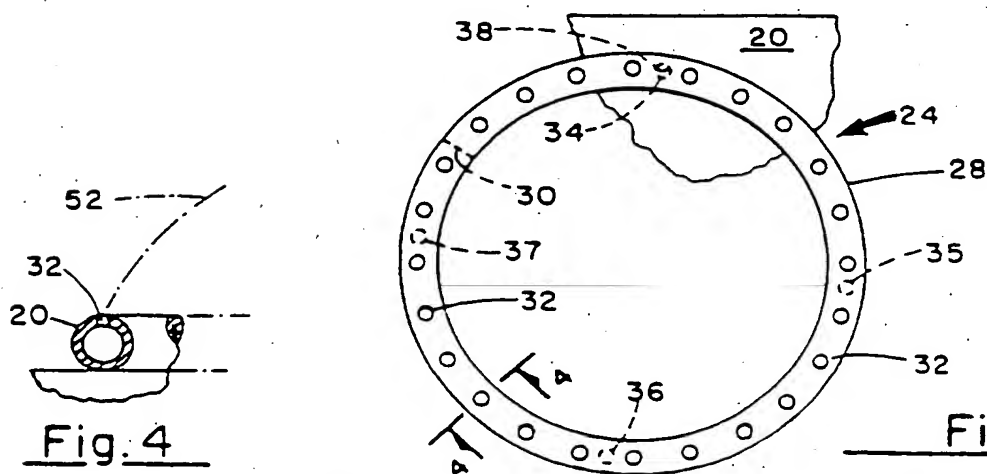


Fig. 3

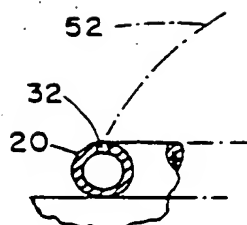


Fig. 4

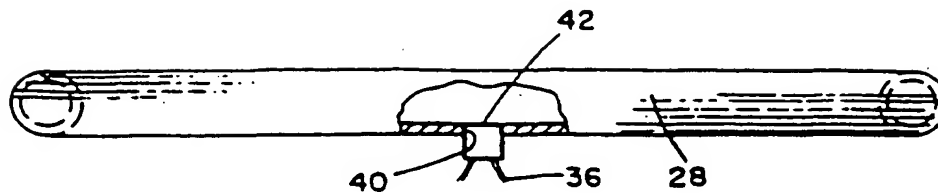


Fig. 5

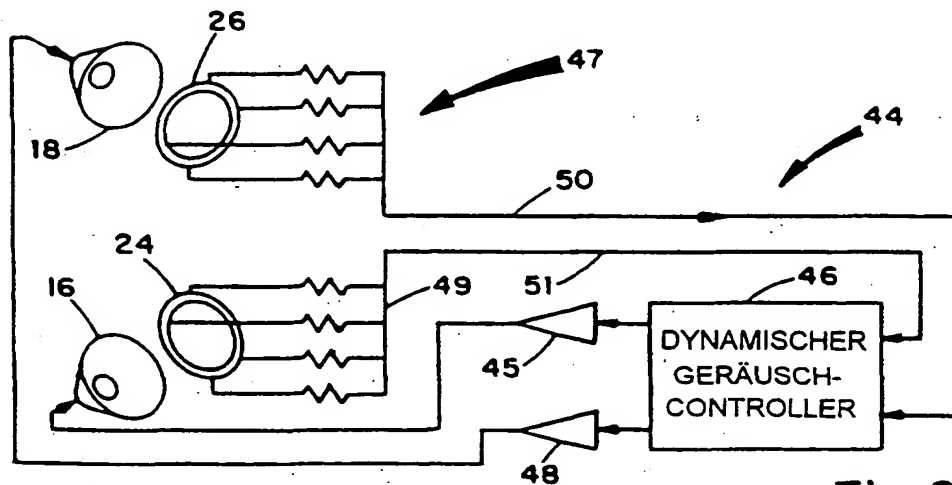


Fig. 6 V

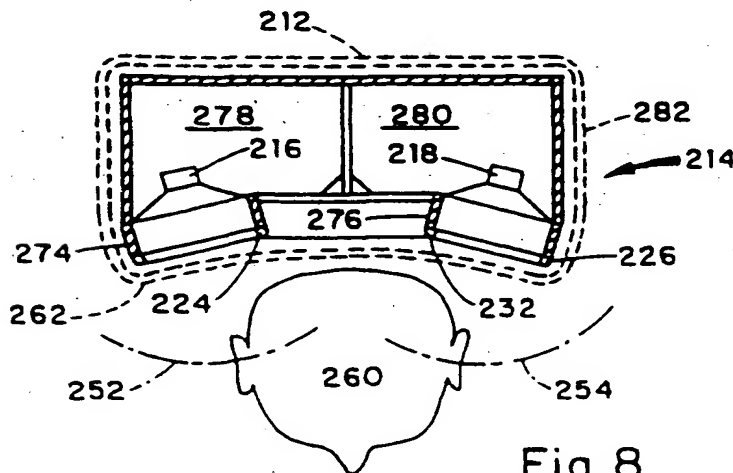


Fig. 8

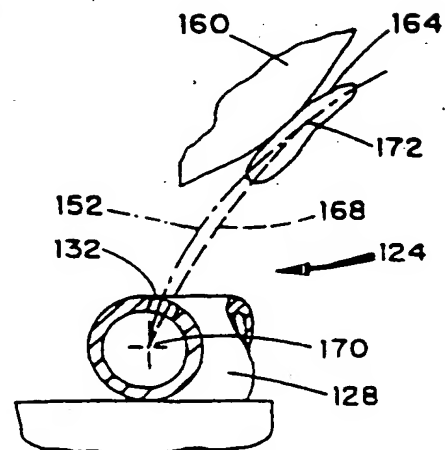


Fig. 7

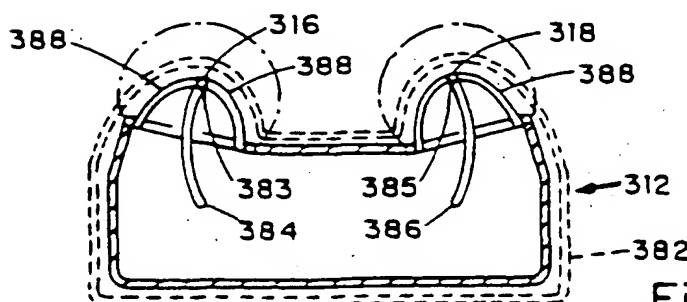


Fig. 9

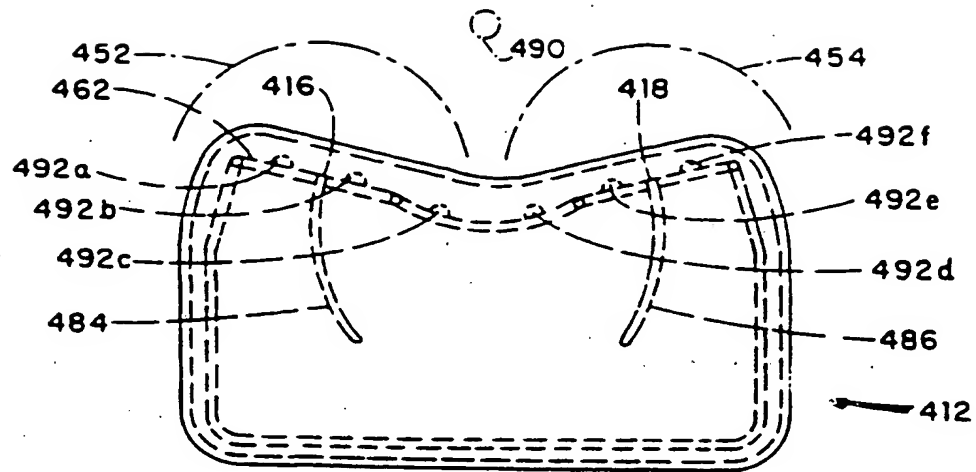


Fig. 10

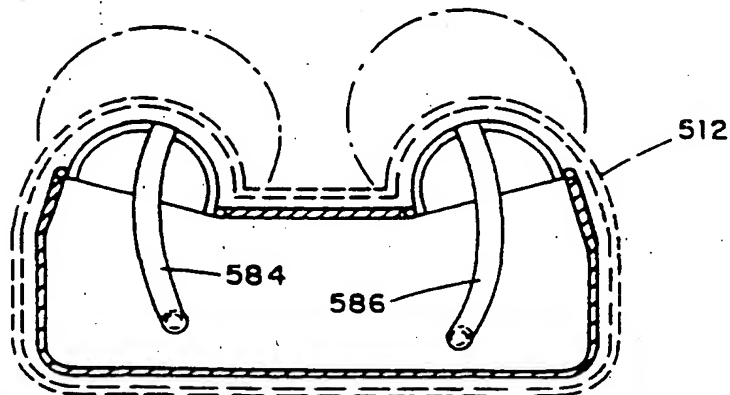


Fig. 11

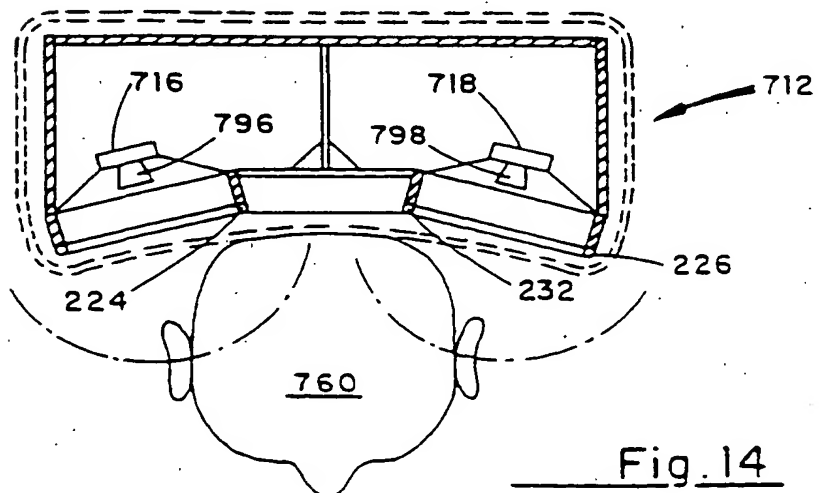


Fig. 14

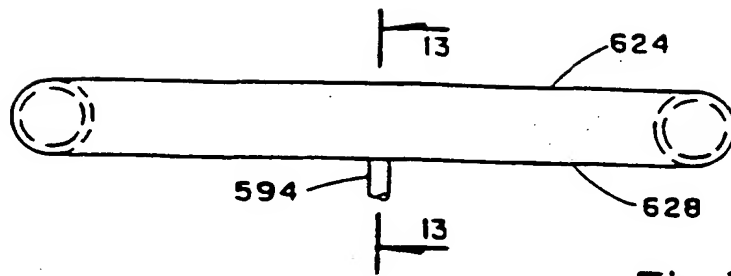


Fig. 12

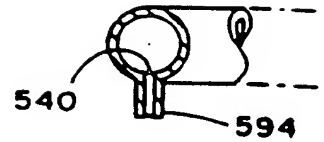


Fig. 13

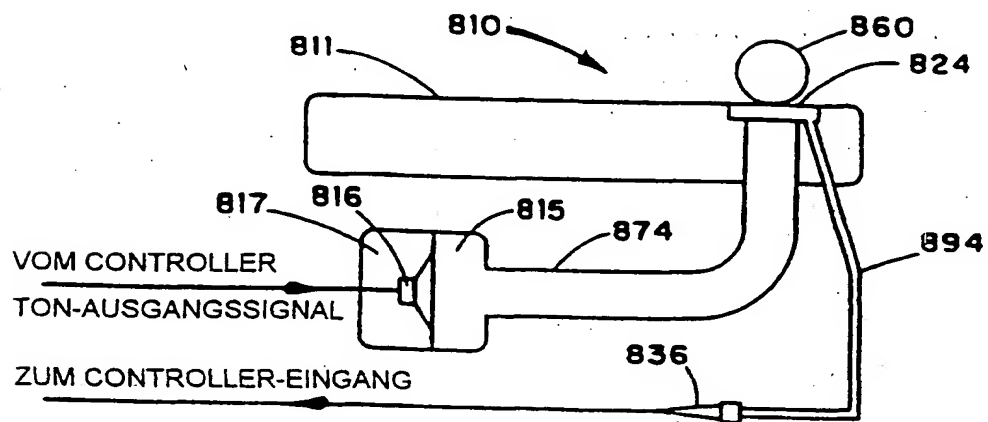


Fig. 15

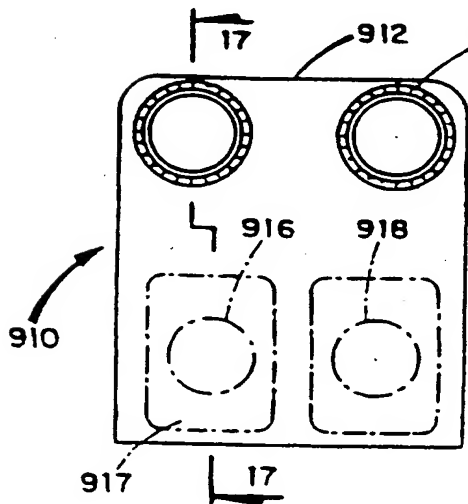


Fig. 16

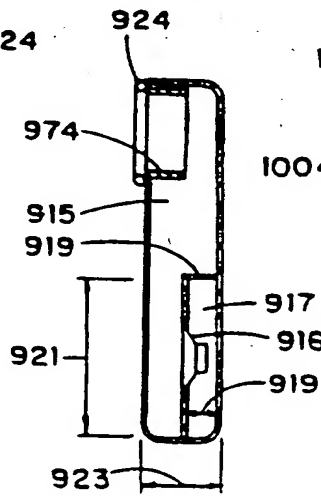


Fig. 17

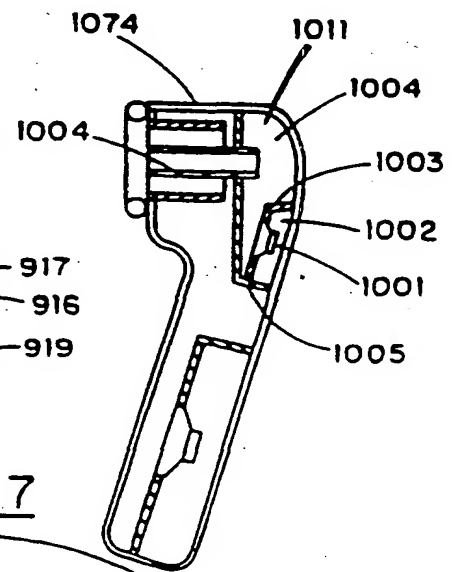


Fig. 18